

みどりの力としくみ

文・漆原次郎

佐藤 公行
さとう きみゆき



1935年（昭和10年）7月9日生まれ。植物が、太陽の光を使って水を分解し、酸素や栄養素を生み出す「光合成」のしくみを調べてきた。なかでも、光合成の反応の始まりの部分ともいえる「光化学系Ⅱ」というしくみに目を向けて、そのつくりと反応のしかたを詳しく調べ上げた。いまは、本を書いたり、子どもたちにお話をしたりして、地球にみどりがあることの大切さを広めることもしている。

植物は、私たち人間の体がまねすることのできない力をもっている。太陽の光を使って、人間もふくめた生きものの生活に必要な酸素や栄養素をつくり出す力だ。草木の葉っぱの細胞に見られる葉緑体とよばれる“みどり”のつぶつぶが、その不思議で複雑な作業をおこなっている。佐藤公行さんは、植物のみどりがどのように、光のエネルギーを酸素や栄養素に変えるのか、そのしくみを研究してきた。

生きものの共通のしくみに興味をもった

佐藤さんは、徳島県の脇町（いまの美馬市）で育った。吉野川という川が東西に流れる山あいの地域だ。ふるさとのようすを、お兄さんの正義さんがこんな歌にしている。

後ずさりしつつ山田に手植えする早苗がすぐに青き風生む

「自然のなかで遊んで育ちました」と、佐藤さんはふりかえる。野山に入っては、モウセンゴケという、虫をつかまえるちょっと変わった植物が群がって生えている場所を見つけたり、岩場でアンモナイトという貝の化石を見つけたりした。

高校での担任は田村先生と篠原先生。篠原先生は佐藤さんが入った化学クラブの顧問。田村先生は研究者タイプで、「研究はおもしろそうだ」と影響を受けた。

化学の教科書の最後のほうにすこしだけ書かれてあった、生きもののはたらきの道筋に

も佐藤さんは興味をもった。「生きものの種類はいろいろだけれど、同じしくみがはたっているのだ。多くの生きものに通じる、命のしくみがあるのだ」と知った。

高校を卒業すると、岡山大学農学部のうがくぶに入った。農業の経済けいざいにかかわる勉強をすることになっていたが、ほかの分野ぶんやの授業もたくさん受けた。3年生のときには、植物のしくみを学ぶ授業で、「興味のあることを調べてまとめなさい」という課題かだいが出された。佐藤さんが選んだテーマは“光合成”こうごうせいだった。

光合成は、明るいところにある草木が行っている営みだ。まず、草や木の葉っぱをみどり色にしている葉緑体が、太陽からの光を受けとる。葉緑体は、水と二酸化炭素などを材料にしつつ、光のエネルギーを使ってデンプンや糖などの栄養素をつくりだす。また、この反応の副産物ふくさんぶつとして酸素ができる。人間にはまねすることのできない光合成という営みに、佐藤さんは興味をもっていった。

4年生になると、東京大学で光合成の研究をしていた藤茂宏先生ふじしげ ひろしが理学部りがくぶにやってくるようになった。佐藤さんは藤茂先生の新しい研究室で光合成についての卒業論文を書くことにした。「こうして光合成の研究の世界に入っていくことになりました」。

留学先で「光を集める物質」の取り出しに成功

30歳代の後半まで、佐藤さんはずっと岡山大学で光合成の研究を続ける。そして助手じょしゅだった1975年、はじめて外国に行くことになった。アメリカ合衆国のカリフォルニア大学サンディエゴ校りゅうがくに留学するためのだ。

アメリカで佐藤さんをむかえたのは、ウォーレン・バトラー先生。植物が光に向かって生長することなどに関係するフィトクロムという物質ぶつしつを見つけた研究者だ。

佐藤さんは1年目、バトラー先生が研究をしていたテーマを手伝うことになった。植物が光合成をしているとき、光のエネルギーを効率よく必要なところにふり分けるしくみを明らかにする研究だった。

はじめての外国での暮らし。「居心地いごちがよかった」と佐藤さんはふりかえる。研究にうちこむことができたし、休みのときは広い砂漠での旅を楽しむこともできた。

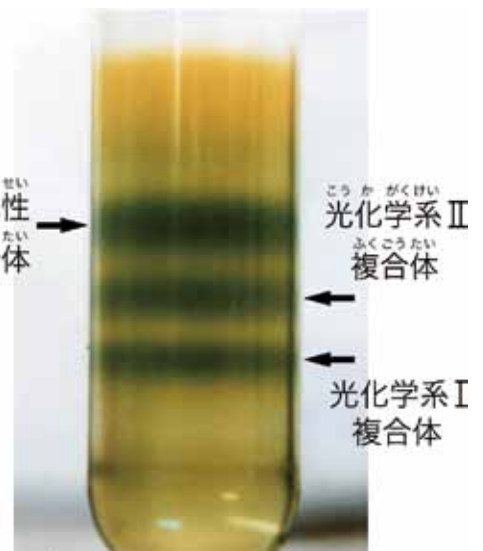
留学2年目、バトラー先生から「きみの好きな研究をやりたまえ」と言われた。佐藤さんは、葉緑体のなかで光を集める役割やくわりを担っている物質じゅんすいを純粋に取り出そうと考えた。この物質は、「クロロフィル蛋白質たんぱくしつ」ともよばれる。「クロロフィル」は、葉緑体をみどり色げんいんにしている原因となる物質。「蛋白質」は、植物や動物が生きるうえでさまざまな役割をもつ物質。このクロロフィルと蛋白質が組み合わせあって、光を集める「集光性複合体しゅうこうせいふくごうたい」などをつくっている。

このころ、多くの研究者が「葉緑体からクロロフィル蛋白質を取り出してみたい」と考えていた。取り出して調べれば、どのように葉緑体が光のエネルギーを受けて光合成をおこなっているかがわかるからだ。

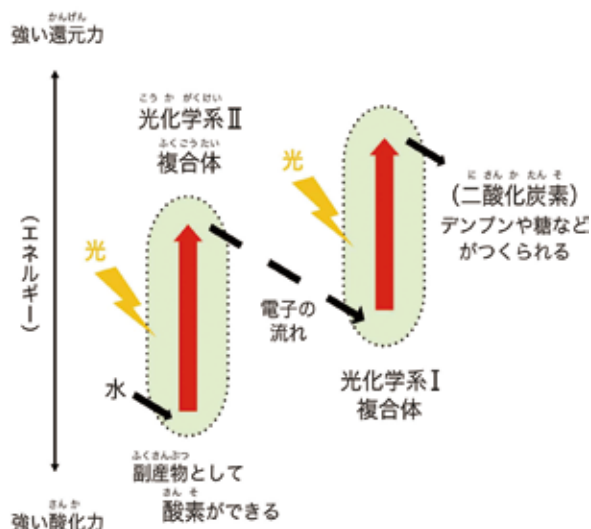
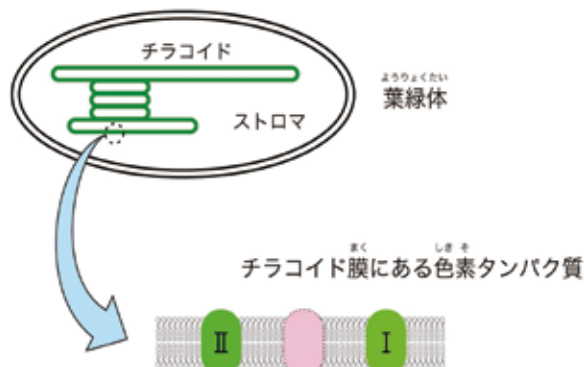
佐藤さんは、実験でよく使われていたホウレンソウの葉緑体をジギトニンという物質でばらばらにし、そのなかからクロロフィル蛋白質を分離することを試みた。すると、それまで混ざりあっていたみどり色が、遠心分離機の試験管のなかで三つの帯にわかれていった！「帯がわかれていくようすを見て、はじめは不思議でした。でも、何回実験しても結果は同じ。うまくいったのだと思うようになりました」。

いちばん上の帯は、集光性複合体。さらに、まんなかの帯にある「光化学系II」というクロロフィル蛋白質の姿も示すことができた。

佐藤さんはさらに、この光化学系IIの複合体がどんな物質でできているのかも調べた。となりの研究室の人が教えてくれた方法で実験したのだが、調べるときに熱を加えるのを忘れてしまった。けれども、それが光化学IIの複合体がどんな物質でできているのかを知ることに繋がったという。



遠心分離で分かれた、集光性複合体、光化学系II、光化学系Iの帯。



葉緑体のチラコイド膜に色素タンパク質がある(上)。光化学系IIから光化学系Iへと電子が流れ、酸素それにデンプンや糖などの栄養素がつくられる(下)。赤い矢印は、光のエネルギーを使った電子の流れ。

これらの研究の成果をおみやげにして、2年間の留学生活が終わろうとしていた。イギリスで、国際光合成会議という世界じゅうの研究者の集まりに参加し、成果を発表してから日本に帰った。「外国の研究者たちと知りあいになれ、その後の研究にも役に立つ2年間でした」。

「自分たちで確かめること」で発見が生まれた

ふたたび岡山大学での研究が始まった。光化学系IIの正体を明らかにしていった佐藤さんは、水を分解する反応にも目を向け、そのなりたちを明らかにしていった。

水は酸素の原子と水素の原子からできている。多くの植物が光化学系IIにおいて水を分解することで、私たち動物などが息をするのに必要な酸素をつくってくれるのだ。

1980年代のはじめ、光合成の研究者たちは、光化学系IIのなかの「反応中心」というところ

を調べるようになっていた。

反応中心は、光合成の主演^{しゅやく}を担う大切なところだ。まず、光化学系 II において水から電子^{でんし}が引き抜かれて酸素がつくられ、電子は「光化学系 I」という先のステージに送りこまれる。植物は光化学系 I からの電子で、デンプンや糖といった栄養素をつくる。

私たち動物が植物から酸素や栄養素といった恵みをもたらえるのは、植物が反応中心で光合成の反応をはじめからだ。私たちの命を支える大もとともいえる植物の反応中心で、どのような物質がはたらいっているのだろうか。

研究者のあいだでは、「CP-47」というクロフィル蛋白質が光化学系 II の反応中心の主演だと言われはじめた。CP-47 が主演になると、どの研究者も「そうらしい」と、受けとめるようになった。

そんななか、佐藤さんは、「自分たちの手でそれが本当なのかを確かめてみないと」と考え、同じ研究室にいた大学4年生の難波^{なんば} 治^{おさむ}さんとともに実験してみることにした。ねばり強く実験を続ける佐藤さんと難波さん。するとどうだろう。CP-47 とはべつの、D1 と D2 とよばれる蛋白質が反応中心としてはたらいっていることがわかってきたのだ！「非常識^{ひじょうしき}」と思われるような実験条件^{じょうけん}を選びました。そうすることで反応中心が素顔^{すがお}を出しはじめたのです」。

1986年8月、アメリカで開かれた会議で、佐藤さんは「D1 と D2 の蛋白質が、反応中心の主演なのです」と発表した。会場^{かいじょう}ではおどろきの声^{こゑ}がだんだん大きくなっていった。「発表を終えると、作りかたを教えてくださいとたくさんの方からたずねられました」。



1987年、愛知県岡崎市で開かれた光合成の研究者の会議にて。真ん中が海外の研究者に説明をする佐藤さん。

研究する心は受け継がれていく

佐藤さんは、「酸素を発生するしくみは、生きものが30億年も前につくり出し、どの植物もがほとんど変えずに使い続けているしくみです。完成品ということなのでしょう」と話す。

佐藤さんの研究の成果は、ほかの研究者にも影響をあたえ、光合成についてのさまざまな研究を進めさせる力になっている。最近になって、日本の温泉で見つかったシアノバクテリアという生きものの光化学系 II の複合体^{くわごたい}について、原子^{げんし}の並びかたが解き明かされ、植物の光合成を見習って水から酸素と水素をつくり、燃料^{ねんりょう}に使おうとする研究も進んでいる。

「いま私は、岡山の地元の小学生の理科実験教室を手伝っています。子どもたちは、とてもいい目をしています。自然の草木を自分の手でさわって、自然からいろいろな情報をえてほしい。若い人たちには、いつまでも好奇心をもちつづけてほしいと思います」

みどりの研究は、これからも若い人たちへと受けつがれていくことだろう。